



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 33 757 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 33 757.7
㉑ Anmeldetag: 22. 8. 96
㉒ Offenlegungstag: 26. 2. 98

㉓ Int. Cl.⁶:
B 01 J 23/28
C 07 D 307/89
// (B01J 23/28,
103:40) (B01J 23/28,
103:10) (B01J 23/28,
101:50) B01J 27/199
(B01J 23/28,103:44)
(B01J 23/28,103:46)

DE 196 33 757 A 1

㉔ Anmelder:

Consortium für elektrochemische Industrie GmbH,
81379 München, DE

㉕ Vertreter:

Franke, K., Dipl.-Phys. Dr., Pat.-Anw., 80538 München

㉖ Erfinder:

Storck, Peter, Portland, Oreg., US; Eberle,
Hans-Jürgen, Dr., 81477 München, DE

㉗ Trägerkatalysator zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid

㉘ Gegenstand der Erfindung sind Trägerkatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid mittels Gasphasenoxidation von ortho-Xylol und/oder Naphthalin mit einem inerten Trägerkörper und einer Oberflächenbeschichtung enthaltend

a) 50 bis 95 Gew.-%, gerechnet als Oxid, einer oder mehrerer Titandioxid- oder Zirkondioxid-Verbindungen oder deren Gemische,

dadurch gekennzeichnet, daß

b) 5 bis 50 Gew.-% einer Mischoxid-Phase der Zusammensetzung $A_xV_yMo_zO_n$ enthalten sind, wobei A für ein oder mehrere Elemente aus der Gruppe der Alkalimetalle und der 5. Hauptgruppe des PSE steht, und $x = 0,01$ bis $1,0$, $y = 1,0$ bis $8,0$, $z = 1$, und n eine Zahl ist, die durch die Wertigkeit und Häufigkeit der von Sauerstoff verschiedenen Elemente bestimmt wird,

wobei die Angaben in Gewichtsprozent jeweils auf das Gesamtgewicht der Aktivkomponenten a) und b) bezogen sind und sich auf 100 Gew.-% aufaddieren.

DE 196 33 757 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Trägerkatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid mittels Gasphasenoxidation von ortho-Xylol und/oder Naphthalin, sowie Verfahren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid unter Verwendung der Trägerkatalysatoren.

Bei der Gasphasenoxidation von o-Xylol und/oder Naphthalin zu Phthalsäureanhydrid wird ein Gemisch aus o-Xylol und/oder Naphthalin mit Luft oder mit sauerstoffhaltigen Gasen über einen Trägerkatalysator geleitet. Üblicherweise wird der Trägerkatalysator dabei in Röhren eines Rohrbündelreaktors eingesetzt. Mit Hilfe einer Salzsäure, welche die Röhren umgibt, wird sowohl die Beheizung auf die erforderliche Reaktionstemperatur, als auch die Kühlung der stark exotherm verlaufenden Reaktion durchgeführt.

Stand der Technik sind dabei Trägerkatalysatoren deren katalytisch aktive Oberflächenbeschichtung im wesentlichen aus Titandioxid (TiO_2), bevorzugt in der Anatas-Modifikation, und Divanadiumpentoxid (V_2O_5) besteht. Zur Verbesserung der Selektivität und/oder Ausbeute werden dabei häufig noch aktivierende oder auch dämpfende Zusätze, beispielsweise Oxide von Elementen der Nebengruppen des PSE oder Alkaliverbindungen, in geringen Mengen als Dotierstoffe (Promotoren) zu den Aktivkomponenten zugegeben.

Aus der DE-A 22 38 067 (US-A 3898249) ist ein Verfahren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid durch Oxidation von Naphthalin oder o-Xylol über einem Festbettkatalysator bekannt, wobei die Reaktanden zunächst über einen Kalium-haltigen Kontakt und anschließend über einen Kalium-freien Kontakt geleitet werden. Übergangsmetalloxide wie Oxide von Kobalt, Silber, Molybdän, Wolfram und Cer werden als aktivierende Zusätze für den Kalium-freien Kontakt in Mengen von bis zu insgesamt 5 Gew%, bezogen auf die aktive Masse aus TiO_2 und V_2O_5 , beschrieben. Konkret wird ein Kalium-freier Katalysator mit einem Mo/V-Verhältnis von $< 1/10$ eingesetzt. Die alleinige Verwendung dieses Mo-haltigen Katalysators führt jedoch zur Abnahme der PSA-Ausbeute im Vergleich zum nicht Mo-dotierten Katalysator.

Die DE-A 25 50 686 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Ti/V-Katalysators für die Oxidation von Naphthalin und/oder o-Xylol zu Phthalsäureanhydrid. Erfindungswesentlich ist dabei, daß TiCl_4 anstelle von TiO_2 zur Beschichtung der Katalysatorträger eingesetzt wird. Molybdänverbindungen und Kaliumsalze werden in geringen Mengen ($\text{Mo/V} < 1/25$) als Dotierstoffe zur Beschichtung eingesetzt.

In der US-A 4864036 wird die Herstellung eines Mehrschicht-Katalysators für die Phthalsäureanhydrid-Synthese beansprucht, wobei im ersten Verfahrensschritt ein Metalloxid von Elementen der 6. Nebengruppe des PSE, vorzugsweise ein Molybdänoxid, als Monolayer auf TiO_2 in der Anatas-Modifikation aufgetragen wird. Nach Calcinierung wird diese Vorstufe mit einer weiteren Schicht aus Vanadiumoxid beschichtet.

Dem genannten Stand der Technik ist gemeinsam, daß zur Steigerung der Katalysatorselektivität Metalloxide in sehr geringen Mengen, oder als separate Schicht, oder nur zu einem Teil der Katalysatorfüllung beispielsweise in der 2. Schicht, den Aktivkomponenten zugemischt werden.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, Trägerkatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid mittels Gasphasenoxidation von o-Xylol und/oder Naphthalin zur Verfügung zu stellen, welche gegenüber den herkömmlichen, mit Metalloxiden dotierten Katalysatoren, zu höheren Ausbeuten führen.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß man mit Trägerkatalysatoren, welche als aktive Schicht Molybdän-Vanadium-Mischoxid-Phasen mit definiertem Mo/V-Verhältnis und einem Gehalt an Alkalimetall bzw. Element der 5. Hauptgruppe des PSE enthalten, gegenüber herkömmlich dotierten Katalysatoren eine deutliche Steigerung der Ausbeute erhält. Weiter wurde gefunden, daß durch die Bildung von Bronzen aus Alkalimetall und Molybdän-Vanadium-Mischoxid eine weitere Steigerung der Ausbeute erhalten wird.

Gegenstand der Erfindung sind Trägerkatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid mittels Gasphasenoxidation von ortho-Xylol und/oder Naphthalin mit einem inerten Trägerkörper und einer Oberflächenbeschichtung enthaltend

- a) 50 bis 95 Gew%, gerechnet als Oxid, einer oder mehrerer Titandioxid- oder Zirkondioxid-Verbindungen oder deren Gemische, dadurch gekennzeichnet, daß
- b) 5 bis 50 Gew%, einer Mischoxid-Phase der Zusammensetzung $\text{A}_x\text{V}_y\text{Mo}_z\text{O}_n$ enthalten sind, wobei A für ein oder mehrere Elemente aus der Gruppe der Alkalimetalle und der 5. Hauptgruppe des PSE steht, und $x = 0.01$ bis 1.0, $y = 1.0$ bis 8.0, $z = 1$, und n eine Zahl ist, die durch die Wertigkeit und Häufigkeit der von Sauerstoff verschiedenen Elemente bestimmt wird,

wobei die Angaben in Gewichtsprozent jeweils auf das Gesamtgewicht der Aktivkomponenten a) und b) bezogen sind und sich auf 100 Gew% aufaddieren.

Die inerten Trägerkörper können beliebige Gestalt und Oberflächenstruktur besitzen. Bevorzugt werden jedoch regelmäßig geformte, mechanisch stabile Körper wie Kugeln, Ringe, Halbringe, Sättel, oder wabenförmige oder mit Kanälen versehene Träger. Die Größe der Trägerkörper wird vorwiegend von der Dimension, vor allem vom inneren Durchmesser der Reaktionsrohre bestimmt, wenn der Katalysator in Röhren- bzw. Rohrbündelreaktoren zur Anwendung kommt. Der Trägerdurchmesser sollte dann zwischen $1/2$ und $1/10$ des Innendurchmessers betragen. Als Materialien eignen sich beispielsweise Steatit, Duranit, Steingut, Porzellan, Siliciumdioxid, Silicate, Aluminiumoxid, Aluminate oder Mischungen aus diesen Stoffen. Vorzugsweise werden Kugeln oder Ringe aus Trägermaterialien wie Duranit oder Steatit eingesetzt.

Der Anteil der Oberflächenbeschichtung mit aktiver Masse beträgt 1 bis 30 Gew.%, vorzugsweise 2 bis 20 Gew.%, bezogen auf die Gesamtmasse des Trägerkatalysators. Die Schichtdicke der Oberflächenbeschichtung beträgt vorzugsweise 10 bis 120 μm .

Als Komponente a) wird vorzugsweise pulverförmiges TiO_2 in der Anatas-Modifikation mit einer BET-Oberfläche von 5 bis 200 m^2/g eingesetzt. Bevorzugt wird auch ein Titandioxidhydrat (hydroxylgruppenreicher,

mikrokristalliner Anatas) mit einer BET-Oberfläche von mehr als $100 \text{ m}^2/\text{g}$, oder ein Gemisch von Anatas mit einer BET-Oberfläche von 5 bis $50 \text{ m}^2/\text{g}$ und Titandioxidhydrat mit einem Mischungsverhältnis von vorzugsweise 1 : 9 bis 9 : 1 eingesetzt. Bevorzugt wird ein Anteil von 75 bis 95 Gew.% Komponente a) eingesetzt, gerechnet als Oxid und bezogen auf das Gesamtgewicht der Aktivkomponenten.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Mischoxid-Phase b) steht A für Na, K, Cs, Rb, P, Sb, Bi. Besonders bevorzugt werden Na, K, Cs, Rb. Der Anteil der Mischoxid-Phase b) beträgt vorzugsweise 5 bis 25 Gew%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Aktivkomponenten a) und b).

Zur Herstellung der Trägerkatalysatoren werden die Trägerkörper vorzugsweise mit einer wäßrigen Aufschlämmung einer Mischung aus Aktivkomponente a) und der einzelnen Komponenten der Mischoxid-Phase b), beispielsweise in einem Drehrohrofen bei 200 bis 300°C , beschichtet und getrocknet. Die wäßrige Aufschlämmung der Aktivkomponente a) sowie die Aufschlämmungen der einzelnen Komponenten der Mischoxid-Phase b) können auch getrennt voneinander, aber in einer Schicht, aufgetragen werden.

Die Komponenten der Mischoxid-Phase b) werden dabei in Form deren Oxide oder in Form von Verbindungen eingesetzt, welche sich beim Erhitzen an der Luft in die entsprechenden Oxide umwandeln. Als Vanadium-Komponente können Vanadiumoxide oder Vanadiumverbindungen, die sich beim Erhitzen an der Luft in Vanadiumoxid umwandeln, einzeln oder in Form deren Gemische eingesetzt werden. Vorzugsweise werden V_2O_5 oder NH_4VO_3 eingesetzt. Geeignete Alkalimetallverbindungen oder Verbindungen der Elemente der 5. Hauptgruppe des Periodensystems der Elemente (PSE) sind die entsprechenden Oxide oder Verbindungen, die sich nach dem Erhitzen in Oxide umwandeln, wie Ammoniumsalze, Sulfate, Nitrate, Carbonate. Geeignet sind beispielsweise Na_2CO_3 , K_2O , Cs_2O , Cs_2CO_3 , P_2O_5 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, Sb_2O_3 . Als Molybdän-Komponente können Molybdänoxide oder Molybdänverbindungen, die sich beim Erhitzen an der Luft in Molybdänoxid umwandeln, einzeln oder in Form ihrer Gemische eingesetzt werden. Vorzugsweise werden MoO_3 oder $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ eingesetzt.

Die Verbindungen der Vanadin-Komponente, der Molybdän-Komponente und der Alkalimetalle bzw. Verbindungen der 5. Hauptgruppe des PSE werden dabei in solchen Mengen eingesetzt, daß die obengenannten, mit x, y und z definierten, stöchiometrischen Verhältnisse in der Mischoxid-Phase b) erhalten werden. Im allgemeinen werden 50 bis 95 Gew% Titandioxid und/oder Zirkondioxid, 1 bis 49 Gew%, gerechnet als V_2O_5 , Vanadium-Komponente, 1 bis 10 Gew%, gerechnet als MoO_3 , Molybdän-Komponente, und 0,01 bis 10 Gew%, gerechnet als Oxid, einer oder mehrerer Alkalimetall-Verbindungen oder Verbindungen der 5. Hauptgruppe des PSE zur Katalysatorpräparation eingesetzt, wobei sich das Gesamtgewicht der Komponenten auf 100 Gew% aufaddiert.

Zur Bildung der Mischoxid-Phase b) können die Trägerkatalysatoren nach der Beschichtung und Trocknung bei einer Temperatur von 200°C bis 600°C im Luftstrom getempert werden. Die Trägerkatalysatoren können auch ohne Temperung bei der PSA-Synthese eingesetzt werden, wobei die Bildung der Mischoxid-Phase b) im Reaktor bei Aufheizen auf Betriebstemperatur erfolgt.

Trägerkatalysatoren mit sehr gut haftenden Überzügen, was insbesondere für den Transport und das Einfüllen des Katalysators den Reaktor von Bedeutung ist, erhält man beispielsweise, indem eine wäßrige Suspension, welche die Mischung oder die einzelnen Komponenten sowie gegebenenfalls einen organischen Binder enthält, auf die Trägerkörper gleichmäßig aufgebracht wird. Als organische Binder bevorzugt sind Copolymere, vorteilhaft in Form einer wäßrigen Dispersion, von Vinylacetat/Vinyllaurat, Vinylacetat/Acrylat, Styrol/Acrylat, Vinylacetat/Maleat sowie Vinylacetat/Ethylen. Bindermengen von 2–5 Gew%, bezogen auf den Feststoffgehalt der Suspension, sind völlig ausreichend. Diese Copolymere brennen nach dem Tempern oder der Inbetriebnahme des Reaktors innerhalb kurzer Zeit im Luftstrom quantitativ heraus.

Die Trägerkatalysatoren eignen sich zur Verwendung als Oxidationskatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid (PSA) durch katalytische Gasphasenoxidation von o-Xylol oder Naphthalin oder Gemischen aus o-Xylol und Naphthalin.

Bei der Herstellung von PSA werden die jeweiligen Edukte zusammen mit einem sauerstoffhaltigen Gas, in Gegenwart des erfindungsgemäßen Katalysators, vorzugsweise in Festbettreaktoren umgesetzt. Übliche Festbettreaktoren sind beispielsweise Reaktionsrohre, die zu Rohrbündelreaktoren zusammengefaßt und von einem Wärmetauschermedium umgeben sind. Die Reaktionsrohre sind vertikal angeordnet und werden vom Reaktionsgemisch von oben her durchströmt. Sie bestehen aus einem gegenüber Wärmetauschermedium, Katalysator, Edukten und Produkten inertem Material, im allgemeinen Stahl, und besitzen eine Länge von 2000 bis 6000 mm, einen Innendurchmesser von 10 bis 30 mm und eine Wandstärke von 1 bis 4 mm.

Als Wärmetauschermedien haben sich in der Praxis eutektische Salzgemische bewährt, beispielsweise eine chloridfreie Schmelze aus Kaliumnitrat und Natriumnitrit. Die Temperatur des Salzbad, dem im wesentlichen die Aufgabe zukommt, die bei der Reaktion freiwerdende Menge abzuführen, liegt im allgemeinen zwischen 300°C und 450°C .

Der Katalysator wird von oben in die Reaktionsrohre eingefüllt und durch in der Nähe der unteren Rohrenden angebrachte Halterungen fixiert. Die Füllhöhe kann zwischen 900 und 6000 mm betragen. Die Reaktionsrohre können gegebenenfalls schichtweise mit Trägerkörpern unterschiedlicher Gestalt und Dimension sowie unterschiedlicher Konzentration und Zusammensetzung der Aktivkomponenten befüllt werden.

Das Reaktionsgas, bestehend aus Edukt-Kohlenwasserstoffen und einem sauerstoffhaltigen Gas, vorzugsweise Luft, wird mit einer Raumgeschwindigkeit von 800 bis 8000 h^{-1} , vorzugsweise 1000 bis 6000 h^{-1} , über den Katalysator geleitet. Üblicherweise wird das Gemisch aus Prozeßluft und o-Xylol und/oder Naphthalin, das den in den Reaktionsrohren befindlichen Katalysator von oben nach unten überstreicht, auf 100°C bis 200°C vorgewärmt. Dabei beträgt das Mischungsverhältnis 10 bis 150 g Kohlenwasserstoff pro Normkubikmeter sauerstoffhaltigem Gas.

Nach der Umsetzung wird das gebildete Produkt in an sich bekannter Weise durch Desublimation oder durch entsprechende Gaswäsche mit einem geeigneten Lösungsmittel aus dem Reaktionsgas gewonnen.

Die erfindungsgemäßen Trägerkatalysatoren zeichnen sich gegenüber den bisher bekannten Oxidationskatalysatoren zur PSA-Synthese auf $\text{TiO}_2/\text{V}_2\text{O}_5$ -Basis dadurch aus, daß eine deutliche Verbesserung von Selektivität und Ausbeute im Vergleich zu herkömmlichen, mit geringen Mengen Molybdän oder nur mit Alkalimetall dotierten, Katalysatoren. Es wurde gefunden, daß es bei den erfindungsgemäßen Molybdän-reichen, mit Alkalimetall bzw. einem Element der 5. Hauptgruppe des PSE dotierten, Katalysatoren zur Bildung einer Vanadium-Molybdän-Mischoxid-Phase auf den Titandioxid- bzw. Zirkondioxid-Teilchen kommt, welche ursächlich ist, für die Steigerung der Selektivität und der Ausbeute. Vor allem durch Zusatz von Alkalimetallen, unter Ausbildung von Bronzen der genannten Zusammensetzung, läßt sich dieser Effekt noch deutlich steigern.

Die nachfolgenden Beispiele dienen zur weiteren Erläuterung der Erfindung.

10

Katalysatorpräparation

Die Katalysator-Komponenten wurden in den in Tabelle 1 angegebenen Mengen in 300 ml entionisiertem Wasser suspendiert und 1 bis 18 Stunden gerührt, um eine homogene Verteilung zu erzielen. Vor dem Auftragen der Mischung auf die in Tabelle 1 angegebenen Steatit-Trägerkörper wurden der Suspension 20 bis 50 g organischer Binder, ein Copolymeres aus Vinylacetat und Vinylaurat, in Form einer 50%igen wäßrigen Dispersion zugegeben. Anschließend wurde die wäßrige Suspension in einer Wirbelschicht auf den Träger aufgesprüht. Die Temperung des Katalysators erfolgte direkt im Reaktor bei $410^\circ/72 \text{ h}$.

Die Zusammensetzung der erfindungsgemäßen Katalysatoren (A bis D) und der Vergleichskatalysatoren (herkömmliche Zusammensetzung) ist in Tabelle 1 angegeben.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 1: Zusammensetzung der Katalysatoren:

Katalysator	Träger	V ₂ O ₅	MoO ₃	Cs ₂ CO ₃	Na ₂ CO ₃	A _x V _y Mo _z O _n	x	y	z	TiO ₂
V*1	Kugeln 4 mm 963,5 g	6,0 g	-	-	-	0	0	1	0	100,0 g
V*2	Kugeln 4 mm 963,5 g	6,0 g	-	129,9 mg	-	1	1	83	0	100,0 g
V*3	Kugeln 4 mm 965,3 g	3,0 g	3,0 g	-	-	0	0	1,6	1	100,0 g
A	Kugeln 4 mm 963,5 g	3,0 g	3,0 g	122,6 mg	-	0,04	0,04	1,6	1	100,0 g
B	Kugeln 4 mm 963,5 g	5,3 g	1,07 g	-	244,8 mg	0,6	0,6	8	1	100,0 g
C	Kugeln 4 mm 607,7 g	3,36 g	0,67 g	-	51 mg	0,2	0,2	8	1	63,1 g
D	Kugeln 4 mm 963,48 g	5,32 g	1,07 g	250,4 mg	-	0,2	0,2	8	1	100,0 g

V* Vergleichskatalysator

Katalysatortestung

Die Katalysatoren wurden in o-Xylol-Oxidation zu Phthalsäureanhydrid getestet.

Die Oxidationsversuche wurden in einem technischen Maßstäben nachempfundenen Reaktionsrohr durchgeführt. Die Länge des Reaktionsrohres betrug 3,3 m (Füllhöhe 2,8 m), dessen Durchmesser 25 mm. Der Reaktor wurde mit einem umgewälzten Salzbad (eutektische, chloridfreie Schmelze aus Kaliumnitrat und Natriumnitrit) temperiert; die Salzbadtemperatur ist in Tabelle 2 mit SBT angegeben. Die eingespeiste Luftmenge lag bei 4 Nm³/h; in Tabelle 2 bedeutet MV die eingestellte o-Xylol-Beladung der Luft in g o-Xylol pro Nm³ Luft. In Tabelle 2 sind die Reinausbeuten der erfindungsgemäßen Katalysatoren im Vergleich zu herkömmlichen Katalysatoren angegeben.

Tabelle 2

Ergebnisse der Oxidationsversuche

Katalysator	Reinausbeute [Gew.-%]	MV [g/Nm ³]	SBT [°C]
V*1	100,5	60,3	345-363
V*2	105	44,4	335-340
V*3	105,5	44,8	385-395
A	107,5	44,9	372-380
B	110	60,1	351-355
C	108,5	44,2	353
D	107,5	60,4	360-380

Der Vergleichskatalysator V1 entspricht einem herkömmlichen undotierten TiO₂/V₂O₅-Katalysator, bei den Vergleichskatalysatoren V2 und V3 wurde gemäß Stand der Technik mit geringen Mengen Alkalimetall (V2) bzw. mit höheren Mengen Molybdän (V3) dotiert. Der Vergleich mit den erfindungsgemäßen Katalysatoren zeigt, daß Katalysatoren mit den erfindungsgemäßen V-Mo-Mischoxid-Phasen sowohl gegenüber undotierten TiO₂/V₂O₅-Katalysatoren, als auch gegenüber Mo-dotierten, TiO₂/V₂O₅-Katalysatoren eine deutliche Ausbeuteerhöhung bewirken.

Patentansprüche

- Trägerkatalysatoren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid mittels Gasphasenoxidation von ortho-Xylol und/oder Naphthalin mit einem inerten Trägerkörper und einer Oberflächenbeschichtung enthaltend
 - 50 bis 95 Gew%, gerechnet als Oxid, einer oder mehrerer Titandioxid- oder Zirkondioxid-Verbindungen oder deren Gemische, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 5 bis 50 Gew%, einer Mischoxid-Phase der Zusammensetzung A_xV_yMo_zO_n enthalten sind, wobei A für ein oder mehrere Elemente aus der Gruppe der Alkalimetalle und der 5. Hauptgruppe des PSE steht, und x = 0,01 bis 1,0, y = 1,0 bis 8,0, z = 1, und n eine Zahl ist, die durch die Wertigkeit und Häufigkeit der von Sauerstoff verschiedenen Elemente bestimmt wird, wobei die Angaben in Gewichtsprozent jeweils auf das Gesamtgewicht der Aktivkomponenten a) und b) bezogen sind und sich auf 100 Gew% aufaddieren.
- Trägerkatalysator nach Anspruch 1, mit A ist ein oder mehrere Elemente aus der Gruppe Na, K, Cs, Rb.
- Trägerkatalysator nach Anspruch 1 oder 2, wobei als Komponente a) pulverförmiges TiO₂ in der Anatas-Modifikation mit einer BET-Oberfläche von 5 bis 200 m²/g, oder ein Titandioxidhydrat mit einer BET-Oberfläche von mehr als 100 m²/g, oder ein Gemisch von Anatas mit einer BET-Oberfläche von 5 bis 50 m²/g und Titandioxidhydrat mit einem Mischungsverhältnis von vorzugsweise 1 : 9 bis 9 : 1 eingesetzt wird.
- Verfahren zur Herstellung von Phthalsäureanhydrid durch katalytische Gasphasenoxidation von o-Xylol oder Naphthalin oder Gemischen aus o-Xylol und Naphthalin in Gegenwart eines Katalysators gemäß Anspruch 1 bis 3.